

(12) NACH DEM VERTRÄG VON 20. SEPTEMBER 1970 FÜR DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



10/518486

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Dezember 2003 (31.12.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/000597 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B60K 41/00,
6/04, B60L 11/18

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SANCHEN, Volker
[DE/DE]; Werastrasse 123, 70190 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/004482

(74) Anwälte: KOCHER, Klaus-Peter usw.; DaimlerChrysler
AG, Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546
Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. April 2003 (30.04.2003)

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Angaben zur Priorität:
102 27 530.0 20. Juni 2002 (20.06.2002) DE

Veröffentlicht:

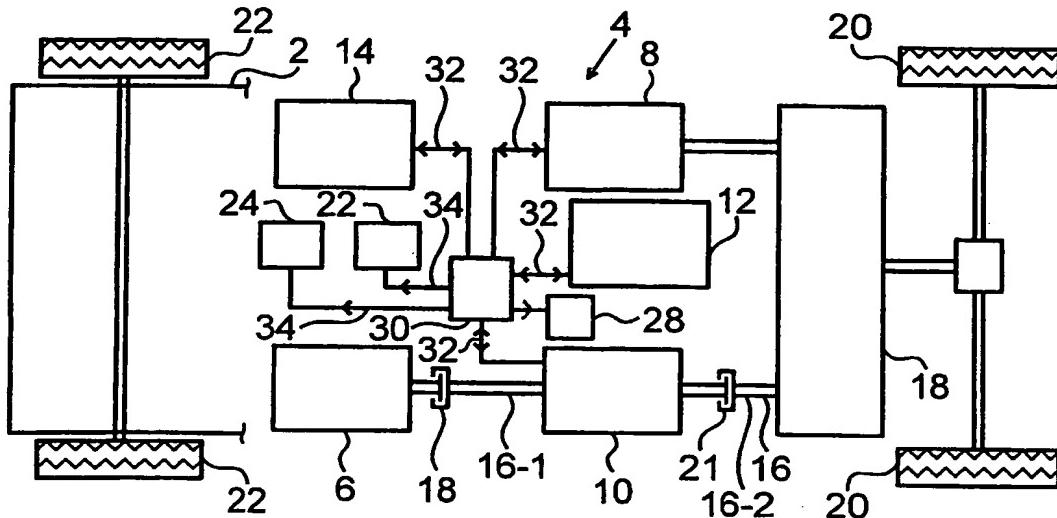
— mit internationalem Recherchenbericht

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse
225, 70567 Stuttgart (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: MOTOR VEHICLE WITH HYBRID DRIVE

(54) Bezeichnung: KRAFTFAHRZEUG MIT HYBRIDANTRIEB



(57) Abstract: The invention relates to a motor vehicle with a hybrid drive system (6, 8, 10) and a fuel cell system (14). The fuel cell system (14) is continuously operated within a given operating range or an operating point of high efficiency when in the operating state, whereby a possible energy excess may be supplied to an energy acceptor (8, 10, 12, 22, 24) in order to maintain the energy demand on the fuel cell system necessary for the high efficiency.

WO 2004/000597 A1

(57) Zusammenfassung: Kraftfahrzeug mit einem Hybridantrieb (6, 8, 10) und einem Brennstoffzellensystem (14). Das Brennstoffzellensystem (14) ist im eingeschalteten Zustand kontinuierlich in einem vorbestimmten Betriebsbereich oder Betriebspunkt guten Wirkungsgrades betreibbar, wobei eine gegebenenfalls anfallende Überschussenergie einem Energieaufnehmer (8, 10, 12, 22, 24) zuführbar ist, um die für den genannten guten Wirkungsgrad erforderliche hohe Energieentnahme aus dem Brennstoffzellensystem aufrecht zu erhalten.

KRAFTFAHRZEUG MIT HYBRIDANTRIEB

Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Demgemäß betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug, enthaltend eine Hybrid-Fahrantriebseinrichtung mit einem Verbrennungsmotor und mit mindestens einer elektrischen Maschine; mindestens einen elektrischen Energiespeicher; ein Brennstoffzellensystem zur Stromerzeugung.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeuges gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 9.

Ein Kraftfahrzeug und ein Verfahren dieser Art sind aus der DE 199 13 794 A1 (= US 6 276 473) bekannt. Das bekannte Kraftfahrzeug enthält einen Verbrennungsmotor, von welchem das Kraftfahrzeug sofort nach dem Starten des elektrischen Bordnetzes antreibbar ist, und einen Elektromotor als Hauptantriebsmotor, zu dessen Energieversorgung ein Brennstoffzellensystem vorgesehen ist. Das Kraftfahrzeug wird von dem Elektromotor anstatt vom Verbrennungsmotor angetrieben, sobald das Brennstoffzellensystem durch Erwärmung von den Abgasen des Verbrennungsmotors Betriebstemperatur erreicht hat. Nachdem das Brennstoffzellensystem Betriebstemperatur erreicht hat, kann das Kraftfahrzeug von dem Elektromotor und/oder von dem Verbrennungsmotor angetrieben werden. Mit der von dem Brennstoffzellensystem erzeugten Energie können auch Nebenaggregate des Kraftfahrzeuges und Aggregate des Brennstoffzellensystems mit Strom versorgt werden, welche zum

Betrieb der mindestens einen Brennstoffzelle des Brennstoffzellensystems erforderlich sind.

Aus der WO 98/40922 ist ein Kraftfahrzeug mit einem Hybrid-Energieerzeugungssystem bekannt, welches ein Brennstoffzellensystem und einen Verbrennungsmotor enthält. Kohlenwasserstoff-Brennstoff wird zunächst in einem Pyrolyse-Reaktor in einen Wasserstoff enthaltenden Brennstoffanteil und einen Rest-Brennstoff aufgespalten. Mit dem Wasserstoff enthaltenen Anteil wird die mindestens eine Brennstoffzelle des Brennstoffzellensystems betrieben, welches elektrische Energie für einen Elektromotor liefert. Der Rest-Brennstoff kann als Treibstoff für den Verbrennungsmotor verwendet werden. Das Brennstoffzellensystem ist so ausgelegt, dass es etwa 50% der von dem Hybridfahrzeug maximal bereitstellbaren Energie liefern kann. In einem Bereich niedriger Last stellt das Brennstoffzellensystem die gesamte oder einen großen Teil der benötigten Energie bereit. Bei höherer Last wird zusätzlich der Verbrennungsmotor betrieben. Der Verbrennungsmotor kann direkt zum Antrieb von Fahrzeugrädern oder zum Antrieb eines elektrischen Generators, welcher Strom für einen einzigen Elektromotor erzeugt, verwendet werden.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, den Energieverbrauch eines Kraftfahrzeuges unter Verwendung eines Brennstoffzellensystems zu senken. Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen von Anspruch 1 und durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen von Anspruch 9 gelöst.

Demgemäß wird die Erfindung dadurch gelöst, dass das Brennstoffzellensystem als Hilfsenergiequelle für die Abgabe einer kleineren Leistung als der Verbrennungsmotor ausgebildet ist; dass eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, durch welche das Brennstoffzellensystem in seinem eingeschalteten Zustand kontinuierlich in einem vorbestimmten Betriebsbereich oder Betriebspunkt guten Wirkungsgrades betreibbar ist, wobei seine

abgabbare Leistung mindestens einem Energieaufnehmer und eine gegebenenfalls anfallende Überschussenergie des Brennstoffzellensystems mindestens einem weiteren Energieaufnehmer zu-führbar ist, um die für den genannten guten Wirkungsgrad erforderliche hohe Energieentnahme aus dem Brennstoffzellensystem aufrecht zu erhalten.

Das Brennstoffzellensystem bildet daher eine Hilfs-Energie-Einheit (auxiliary power unit). Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten:

Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf die Zeichnungen anhand von bevorzugten Ausführungsformen als Beispiele beschrieben. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 ein Kraftfahrzeug nach der Erfindung mit Parallel-Hybrid-Antrieb,

Fig. 2 schematisch eine weitere Ausführungsform eines Kraftfahrzeugs nach der Erfindung mit einem Seriell-Hybrid-Antrieb,

Fig. 3 ein Diagramm, welches den funktionalen Zusammenhang zwischen Wirkungsgrad und abgegebener Leistung des Brennstoffzellensystems zeigt.

Das in Fig. 1 dargestellte Kraftfahrzeug 2 enthält eine Parallel-Hybrid-Fahrantriebseinrichtung 4 mit einem Verbrennungsmotor 6 und mindestens einer elektrischen Maschine 8 und/oder 10. Ferner ist mindestens ein Energiespeicher 12 zur Speicherung von elektrischer Energie und ein Brennstoffzellensystem 14 zur Erzeugung von elektrischer Energie und vorzugsweise auch zur Erzeugung von nutzbarer Wärmeenergie vorgesehen. Der Energiespeicher 12 kann beispielsweise eine Batterie oder ein Kondensator sein.

Der Verbrennungsmotor 6 ist über einen Antriebsstrang 16 mit einem Fahrantriebsgetriebe 18 verbunden und kann durch dieses Fahrzeugräder 20 antreiben. Weitere Fahrzeugräder 22 können

auf die gleiche Weise antreibbar sein oder nicht angetriebene Räder sein.

Im Antriebsstrang 16 befindet sich die zweite elektrische Maschine 10. Wenn sie als Elektromotor betrieben wird, kann sie zusätzlich oder anstelle des Verbrennungsmotors über das Fahrantriebsgetriebe 18 die Fahrzeugräder 20 antreiben. Vorrangig befinden sich in mindestens einem der beiden Strangabschnitte 16-1 und/oder 16-2 zwischen der zweiten elektrischen Maschine 10 und dem Verbrennungsmotor 6 und/oder dieser zweiten elektrischen Maschine 10 und dem Fahrantriebsgetriebe 18 eine schaltbare erste Kupplung 18 bzw. eine schaltbare zweite Kupplung 21. Bei geöffneter erster Kupplung 18 und gleichzeitig geschlossener zweiter Kupplung 21 kann die zweite elektrische Maschine 10, a) ohne den Verbrennungsmotor 6 mitzuschleppen, als Elektromotor Strom von dem Energiespeicher 12 und/oder von dem Brennstoffzellensystem beziehen und Antriebsdrehmoment auf die Fahrzeugräder 20 übertragen, oder b) als elektrischer Generator, welcher von den Fahrzeugräder 20 angetrieben wird, elektrischen Strom erzeugen, welcher in dem Energiespeicher 12 gespeichert und/oder auf Hilfsaggregate 22 und/oder 24 übertragbar ist, oder c) als elektromagnetische Fahrzeugbremse betrieben werden. Bei geöffneter zweiter Kupplung 21 und gleichzeitig geschlossener erster Kupplung 18 kann die zweite elektrische Maschine 10 a) vom Verbrennungsmotor 6 angetrieben werden und dabei als Generator elektrischen Strom erzeugen, welcher in dem Energiespeicher 12 speicherbar und/oder den Nebenaggregaten 22 und 24 zuführbar ist, oder b) als Starter zum Starten des Verbrennungsmotors 6 verwendet werden.

Die erste elektrische Maschine 8 kann als Elektromotor elektrischen Strom aus dem Energiespeicher 12 und/oder aus dem Brennstoffzellensystem 14 beziehen und über das Fahrantriebsgetriebe 18 Drehmoment auf die Fahrzeugräder 20 übertragen, entweder allein oder zusammen mit der als Elektromotor betriebenen zweiten elektrischen Maschine 10 und/oder zusammen

mit dem Verbrennungsmotor 6. Ferner kann die erste elektrische Maschine 8 von den Fahrzeugräädern 20 angetrieben werden und dadurch elektrischen Strom erzeugen, welcher in dem Energiespeicher 12 speicherbar und/oder den Nebenaggregaten 22, 24 und/oder Hilfsaggregaten des Brennstoffzellensystems 14 zuführbar ist, welche zum Betrieb von deren mindestens einen Brennstoffzelle erforderlich sind, beispielsweise Verdichter, Heizungs- oder Klimatisiereinrichtung, Kühlgebläse, Ventile.

Die Stromverteilung auf die verschiedenen Elemente erfolgt durch eine elektronische Steuereinrichtung 30 eines Bordnetzes 28. Nach dem Einschalten des elektrischen Bordnetzes und damit auch der Steuereinrichtung 30 kann das Kraftfahrzeug 2 sofort mit dem Verbrennungsmotor 6 starten. Die dabei entstehende Wärme des Verbrennungsmotors, beispielsweise von dessen Abgasen, kann zum Aufwärmen des Brennstoffzellensystems 14 auf Betriebstemperatur verwendet werden. Stattdessen oder zusätzlich kann eine Heizvorrichtung zum Erwärmen des Brennstoffzellensystems 14 vorgesehen sein. Nachdem das Brennstoffzellensystem 14 Betriebstemperatur erreicht hat, kann dessen elektrische Energie allein oder zusätzlich zur mechanischen Energie des Verbrennungsmotors 6 zum Antrieb des Kraftfahrzeuges 2 verwendet werden.

Auf den elektrischen Verbindungswege zwischen den einzelnen Teilen angegebene Doppelpfeile 32 und Einzelpfeile 34 in den Zeichnungen geben die elektrische Stromflussrichtung an. Die Doppelpfeile 32 zeigen an, dass der Strom entweder in der einen oder in der anderen Richtung fließen kann, je nach dem, ob den betreffenden Teilen Strom entnommen oder zugeführt wird.

Gemäß der Erfindung ist das Brennstoffzellensystem 14 als Hilfsenergiequelle für die Abgabe einer kleineren Leistung als der Verbrennungsmotor 6 ausgebildet und durch die Steuerung 30 ist das Brennstoffzellensystem 14 bei eingeschaltetem Bordnetz kontinuierlich in einem vorbestimmten Be-

triebsbereich oder Betriebspunkt guten Wirkungsgrades betreibbar, wobei die abgabbare Energie des Brennstoffzellensystems mindestens einem vorbestimmten der Energieaufnehmer "elektrische Maschine 8, 10, Energiespeicher 12, und/oder Nebenaggregate 22, 24, Bordnetz 28 und Steuereinrichtung 30" zuführbar ist und eine gegebenenfalls anfallende Überschussenergie des Brennstoffzellensystems 14 mindestens einem weiteren von diesen Energieaufnehmern zuführbar ist, in Abhängigkeit von vorbestimmten Betriebskriterien wie beispielsweise von dem Ladezustand des elektrischen Energiespeichers 12 und dem momentanen Leistungsbedarf der anderen Energieaufnehmer.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Brennstoffzellensystem 14 nur für den maximalen Leistungsbedarf des Bordnetzes 28 und von mindestens einem der Nebenaggregate 22, 24 ausgebildet. Die Nebenaggregate 22, 24 dienen nicht zur Abgabe von Fahrantriebsleistung, sondern zu anderen Zwecken, beispielsweise zum Betrieb einer Klimaanlage, Innenraumheizung, Sitzheizung, Zigarettenanzünder, Radio, Fernseher, Navigationssystem, Datenverarbeitungsanlage, Kühlbox oder Kühlschrank, Fensteröffner, Türöffner, Schiebedach- oder Faltdachöffner, Kofferraumöffner, Fahrzeuglenkung, Fahrzeugsanlage, Fahrzeuginnenbeleuchtung, Fahrzeugaußenbeleuchtung, Telekommunikationssysteme, Kompressor, Ölpumpe, Wasserpumpe und/oder Benzinpumpe und/oder ein Arbeitsgerät, insbesondere eine Seilwinde, Fahrzeughubstütze und/oder Straßenkehrbürste.

Gemäß bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist der maximale Wirkungsgrad des Brennstoffzellensystems 14 in dem vorbestimmten Betriebsbereich oder in dem vorbestimmten Betriebspunkt.

In Fig. 2 sind Fig. 1 entsprechende Teile mit gleichen Bezugszahlen versehen. Ein Generator 40 ist zur Erzeugung von elektrischem Strom mit einem Verbrennungsmotor 6 durch eine

Antriebsverbindung 42 antriebsmäßig verbunden oder verbindbar und über eine elektrische oder elektronische Steuereinrichtung 30 des Bordnetzes 28 mit dem elektrischen Energiespeicher 12 und/oder einer elektrischen Maschine 10 elektrisch verbunden oder verbindbar. Die elektrische Maschine 10 ist entweder direkt oder vorzugsweise über die Steuereinrichtung 30 mit dem Generator 40 oder mit dem elektrischen Energiespeicher 12 (z. B. eine Batterie oder ein Kondensator) elektrisch verbunden oder verbindbar. Die elektrische Maschine 10 ist über einen Antriebsstrangabschnitt 16-2 mit Fahrzeugrädern 20 antriebsmäßig verbunden oder durch eine schaltbare Kupplung 21 verbindbar. Der Antriebsstrangabschnitt 16-2 kann ein Getriebe enthalten.

Der Generator 40 ist vorzugsweise auch als Elektromotor zum Starten des Verbrennungsmotors 6 betreibbar.

Wenn die elektrische Maschine 10 von dem Energiespeicher 12 oder dem Generator 40 mit elektrischem Strom versorgt wird, wirkt sie als elektrischer Fahrantreibsmotor zum Antrieb des Kraftfahrzeuges. Ferner kann diese elektrische Maschine 10, wenn sie bei rollendem Fahrzeug von den Fahrzeugrädern 20 angetrieben wird, als Generator arbeiten und dabei Strom in den Energiespeicher 12 abgeben. Ferner besteht auch die Möglichkeit, die elektrische Maschine 10 als elektrische Fahrzeughemmung mit Strom zu versorgen.

Ein Brennstoffzellensystem 14 ist entweder direkt oder vorzugsweise durch die elektrische Steuereinrichtung 30 mit dem elektrischen Energiespeicher 12 verbunden oder verbindbar. Zum Starten des Brennstoffzellensystems 14 bezieht es elektrischen Strom aus dem Energiespeicher 12. Nachdem das Brennstoffzellensystem 14 Betriebszustand erreicht hat, beispielsweise die für interne Stoffumsetzungen erforderliche Betriebstemperatur erreicht hat, kann es selbst Strom erzeugen, welcher in dem Energiespeicher 12 speicherbar ist. Ferner kann auch eine elektrische Verbindung des Brennstoffzellen-

systems mit der elektrischen Seite der elektrischen Maschine 10 und/oder mit der elektrischen Seite des Generators 40 vorgesehen werden, vorzugsweise über die Steuereinrichtung 30, um das Brennstoffzellensystem 14, um es zu starten, mit elektrischer Energie zu versorgen, oder um die elektrische Maschine 10 mit elektrischer Energie aus dem Brennstoffzellensystem 14 zu versorgen.

Wie bei Fig. 1 so ist auch bei Fig. 2 der Verbrennungsmotor 6 der Hauptenergieerzeuger für den Fahrantrieb des Kraftfahrzeugs. Das Brennstoffzellensystem 14 ist als Hilfsenergiequelle für die Abgabe einer kleineren Leistung als der Verbrennungsmotor 6 ausgebildet. Durch die Steuereinrichtung 30 wird das Brennstoffzellensystem 14, wenn es eingeschaltet ist, kontinuierlich in einem vorbestimmten Betriebsbereich oder Betriebspunkt guten Wirkungsgrades betrieben, wobei die abgabebare Energie des Brennstoffzellensystems einem oder mehreren vorbestimmten der Energieaufnehmer zuführbar ist und eine gegebenenfalls anfallende Überschussenergie des Brennstoffzellensystems 14 mindestens einem weiteren von diesen Energieaufnehmern zuführbar ist, abhängig von deren Energiebedarf, um die für einen guten Wirkungsgrad erforderliche hohe Energieentnahme aus dem Brennstoffzellensystem 14 aufrecht zu erhalten.

Die von dem Brennstoffzellensystem 14 zuviel erzeugte Energie wird vorzugsweise für den Fahrantrieb benutzt oder im Energiespeicher 12 gespeichert. Der maximale Wirkungsgrad des Brennstoffzellensystems 14 liegt vorzugsweise in dem vorbestimmten Betriebsbereich oder in dem vorbestimmten Betriebspunkt. Auch in Fig. 2 können ähnlich wie in Fig. 1 Nebenaggregate 22 und/oder 24 vorgesehen sein.

Die Überschussenergie des Brennstoffzellensystems 14 kann in Fig. 2 ähnlich wie in Fig. 1 entweder vollständig oder teilweise dem Energiespeicher 12 oder der elektrischen Maschine 10 bei dessen Betrieb als elektrischer Fahrantreibsmotor zu-

geführt werden, in Abhängigkeit von Betriebskriterien. Solche Betriebskriterien sind beispielsweise die Ladekapazität des Energiespeichers 12 und dessen momentaner Ladezustand, und der momentane Energiebedarf der elektrischen Maschine 10. Daraus ist ersichtlich, dass die elektrische Energie des Brennstoffzellensystems 14 entweder nur dem Energiespeicher 12 zuführbar sein kann oder gemäß anderer Ausführungsform gleichzeitig oder alternativ auch der elektrischen Maschine 10.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Brennstoffzellensystem 14 bezüglich seiner maximal abgabebaren Leistung nur für den maximalen Leistungsbedarf des Bordnetzes und/oder von mindestens einem der Nebenaggregate oder von allen Nebenaggregaten 22, 24 ausgebildet, welche nicht zur Abgabe von Fahrantriebsleistung vorgesehen sind.

Das Brennstoffzellensystem 14 dient somit nur als Hilfsenergieeinheit (Auxiliary Power Unit), während die Hauptfahrenergiequelle der Verbrennungsmotor 6 ist. Das Brennstoffzellensystem 14 hat seinen besten Wirkungsgrad, wenn an ihn ein Verbraucher angeschlossen ist, welcher dem Brennstoffzellensystem 14 dessen maximal erzeugbare Leistung entnimmt.

Das Brennstoffzellensystem 14 ist bei Fig. 1 und Fig. 2 derart ausgebildet, dass es eine Standversorgung (Stillstand des Kraftfahrzeugs und/oder Stillstand des Verbrennungsmotors 6) ermöglicht. Das Brennstoffzellensystem 14 erzeugt bei Fahrzeugstillstand, insbesondere bei Stillstand des Verbrennungsmotors, beim Betrieb der wichtigsten Nebenaggregate 22 und/oder 24, ausreichend Strom für die Aufrechterhaltung eines Mindestladezustandes des Energiespeichers 12 und für ein erneutes Starten des Brennstoffzellensystems 14 sowie für das Starten des Verbrennungsmotors 6.

Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf Fig. 3 näher beschrieben. Sie zeigt den Wirkungsgrad η des Brennstoffzellensystems 14 in Abhängigkeit von dessen erzeugten Leistung "P" für alle Ausführungsformen der Erfindung.

Das Brennstoffzellensystem 14 hat seinen besten, d. h. maximalen Wirkungsgrad η_{\max} bei einem systembedingten optimalen Energieabgabewert. Dies erfordert einen Optimal-Energiebedarf P_0 des mindestens einen an das Brennstoffzellensystem 14 angeschlossenen Energieaufnehmers. Damit ergibt sich ein optimaler Betriebspunkt "B". Das Brennstoffzellensystem 14 ist auf den Maximalbedarf P_{\max} des Bordnetzes und der Nebenaggregate 22, 24 ausgelegt. Das Brennstoffzellensystem 14 läuft gemäß der Erfindung sowohl bei dem Optimal-Energiebedarf P_0 als auch bei einem Energie-Minderbedarf P_1 in dem Optimal-Betriebspunkt "B", bei welchem der maximale Wirkungsgrad η_{\max} gegeben ist, oder in einem Betriebsbereich, welcher dem Optimal-Betriebspunkt "B" angenähert ist oder diesen enthält. Dies wird dadurch erreicht, dass bei einem Minderbedarf P_1 die zuviel erzeugte Überschussleistung ΔP (Differenz zwischen dem Energie-Minderbedarf P_1 und dem Optimal-Energiebedarf P_0 bei maximalem Wirkungsgrad η_{\max}) an mindestens einer der elektrischen Maschinen 8 und 10 für den Fahrantrieb oder in den Energiespeicher 12 abgegeben wird. Die optimale Energie bzw. Leistung P_0 , bei welcher der maximale Wirkungsgrad η_{\max} systembedingt gegeben, beträgt beispielsweise für einen Personenkraftwagen 2,5 kW. Der Wert kann je nach Art des Fahrzeugs beispielsweise zwischen 1,5 kW und 5,0 kW liegen. Bei einer optimalen Leistung (Optimal-Energiebedarf) P_0 von 2,5 kW und einem Minderbedarf P_1 von 0,6 kW ergibt sich eine Überschussleistung von 1,9 kW, die für den Fahrantrieb direkt verwendbar ist oder in dem Energiespeicher 12 zwischenspeicherbar ist.

Auf diese Weise wird vermieden, dass das Brennstoffzellensystem 14 in einem Betriebsbereich mit niedrigem Wirkungsgrad betrieben wird. Falls der optimale Betriebspunkt "B" nicht in

den Bereich des maximalen Wirkungsgrades η_{\max} gelegt werden kann, wird er vorzugsweise eher in Richtung zum maximalen Leistungsbedarf P_{\max} hin verlegt als in Richtung zum Minderbedarf P_1 , weil die Wirkungsgradkurve ausgehend vom maximalen Wirkungsgrad η_{\max} nach unten wesentlich steiler abfällt als nach oben.

Das Brennstoffzellensystem 14 ist nur für eine so große Leistung ausgebildet, dass eine Grundversorgung für den Mindestbetrieb des Kraftfahrzeuges sichergestellt ist, beispielsweise für das Starten des Verbrennungsmotors und für das Starten des Brennstoffzellensystems sowie die für den Betrieb des Kraftfahrzeuges notwendige Lichtanlage. Vorzugsweise dient jedoch die Grundversorgung des Brennstoffzellensystems 14 auch zur Energieversorgung für Bordeinrichtungen wie beispielsweise eine Klimaanlage und/oder vorstehend genannte Nebenaggregate.

Durch die Erfindung ergeben sich beispielsweise folgende Vorteile:

Hohe Energieeinsparung; hoher Gesamt-Wirkungsgrad des Kraftfahrzeuges durch Brennstoffzellen-Stromversorgung und Stromrekuperation durch Betrieb einer oder mehrerer elektrischer Maschinen als Generator, welche vom rollenden Kraftfahrzeug und/oder vom Verbrennungsmotor antreibbar sind; Energieversorgung bei Fahrzeugstillstand, insbesondere bei ausgeschaltetem Verbrennungsmotor, was besonders geräuscharm, effektiv und umweltschonend ist; Entlastung des Energiespeichers 12, womit dieser eine höhere Lebensdauer hat; es ist auch ein rein elektrischer Fahrzeugantrieb dauerhaft möglich, solange nur kleine Leistungen gefordert werden; alle bekannten Vorteile eines Hybridantriebes bleiben erhalten.

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug, enthaltend eine Hybrid-Fahrantriebseinrichtung (4) mit einem Verbrennungsmotor (6) und mit mindestens einer elektrischen Maschine (8, 10); mindestens einen elektrischen Energiespeicher (12); ein Brennstoffzellensystem (14) zur Stromerzeugung;
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Brennstoffzellensystem (14) als Hilfsenergiequelle für die Abgabe einer kleineren Leistung als der Verbrennungsmotor (6) ausgebildet ist; dass eine Steuer-einrichtung (30) vorgesehen ist, durch welche das Brenn-stoffzellensystem (14) in seinem eingeschalteten Zustand kontinuierlich in einem vorbestimmten Betriebsbereich o-der Betriebspunkt guten Wirkungsgrades betreibbar ist, wobei seine abgabbare Energie mindestens einem Energie-aufnehmer (8, 10, 12, 22, 24, 30) zuführbar ist und eine gegebenenfalls anfallende Überschussenergie des Brenn-stoffzellensystems (14) mindestens einem weiteren Ener-gieaufnehmer (8, 10, 12, 22, 24, 30) zuführbar ist, um die für den genannten guten Wirkungsgrad erforderliche hohe Energieentnahme aus dem Brennstoffzellensystem (14) aufrecht zu erhalten.
2. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Überschussenergie des Brennstoffzellensystems (14) mindestens teilweise in einen des mindestens einen Energiespeichers (12) einspeisbar ist, so dass dieser als der weitere Energieaufnehmer dient.

3. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Überschussenergie mindestens teilweise der mindestens einen elektrischen Maschine (8, 10) als Fahrantriebsleistung zuführbar ist, so dass diese als der weitere Energieaufnehmer dient.
4. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mindestens ein Teil der Überschussenergie des Brennstoffzellensystems (14) in Abhängigkeit von mindestens einem Betriebskriterium mindestens teilweise der mindestens einen elektrischen Maschine (8, 10) und/oder dem mindestens einen Energiespeicher (12) zuführbar ist, so dass diese als die weiteren Energieaufnehmer dienen.
5. Kraftfahrzeug nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mindestens eines der folgenden Betriebskriterien vorgesehen ist: Fahrantriebs-Leistungsbedarf des Kraftfahrzeugs, Ladezustand und maximale Ladekapazität des mindestens einen elektrischen Energiespeichers.
6. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Brennstoffzellensystem (14) bezüglich seiner maximal abgabebaren Leistung nur für den maximalen Leistungsbedarf des Bordnetzes und von mindestens einem Nebenaggregat (22, 24) ausgebildet ist, welches keine Fahrantriebsleistung abgibt.
7. Kraftfahrzeug nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mindestens eines der folgenden Nebenaggregate vorgesehen ist: Klimaanlage, Innenraumheizung, Sitzheizung, Zigarettenanzünder, Radio, Fernseher, Navigationssystem, Datenverarbeitungsanlage, Kühlbox oder Kühlschrank, Fen-

teröffner, Türöffner, Schiebedach- oder Faltdachöffner, Kofferraumöffner, Fahrzeuglenkung, Fahrzeugbremsanlage, Fahrzeuginnenbeleuchtung, Fahrzeugaßenbeleuchtung, Telekommunikationssystem, Kompressor, Ölpumpe, Wasserpumpe, Benzinpumpe, ein Arbeitsgerät, insbesondere Seilwinde, Fahrzeughubstütze, Straßenkehrbürste.

8. Kraftfahrzeug nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der vorbestimmte Betriebsbereich oder der vorbestimmte Betriebspunkt bei oder nahe bei dem maximalen Wirkungsgrad η_{max} des Brennstoffzellensystems (14) liegt.
9. Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeuges, enthaltend eine Hybrid-Fahrantriebseinrichtung (4) mit einem Verbrennungsmotor (6) und mindestens einer elektrischen Maschine (8, 10); ein Brennstoffzellensystem (14) zur Stromerzeugung; mindestens einen elektrischen Energiespeicher (12); dadurch gekennzeichnet, dass das Brennstoffzellensystem (14) als Hilfsenergiequelle für die Abgabe einer kleineren Leistung als der Verbrennungsmotor (6) ausgebildet ist und im eingeschalteten Zustand kontinuierlich in einem Betriebsbereich oder Betriebspunkt guten Wirkungsgrades betrieben wird, wobei seine abgabbare Energie mindestens einem Energieaufnehmer (8, 10, 12, 22, 24, 30) zugeführt wird und eine gegebenenfalls anfallende Überschussenergie des Brennstoffzellensystems (14) mindestens einem weiteren Energieaufnehmer (8, 10, 12, 22, 24, 30) zugeführt wird, um die für den genannten Wirkungsgrad erforderliche hohe Energieentnahme aus dem Brennstoffzellensystem (14) aufrecht zu erhalten.
10. Verfahren nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Überschussenergie des Brennstoffzellensystems (14) mindestens teilweise in einen des mindestens einen

Energiespeichers (12) einspeisbar ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der vorbestimmte Betriebsbereich oder vorbestimmten
Betriebspunkt bei oder nahe bei dem maximalen Wirkungs-
grad des Brennstoffzellensystems (14) liegt.

1/1

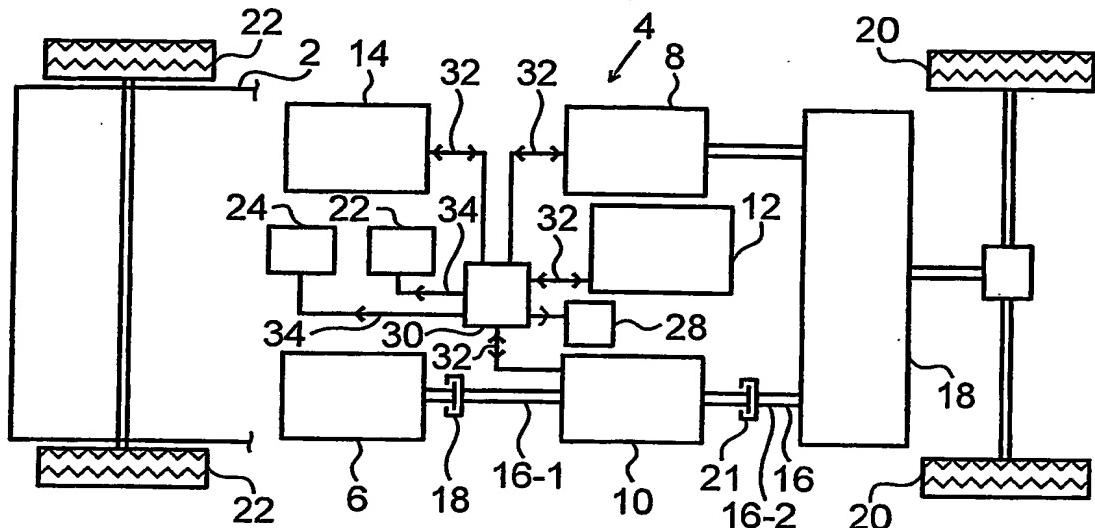


Fig. 1

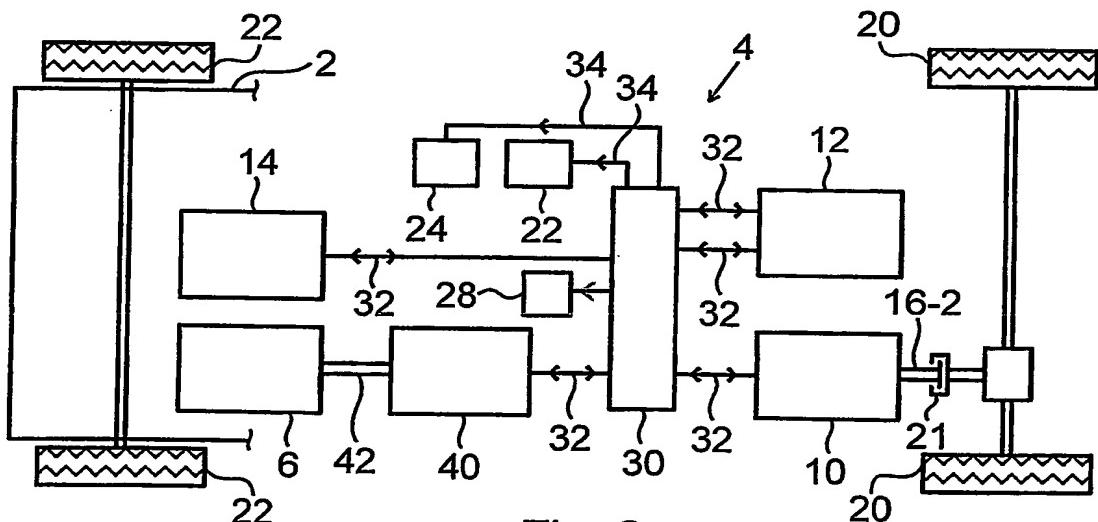


Fig. 2

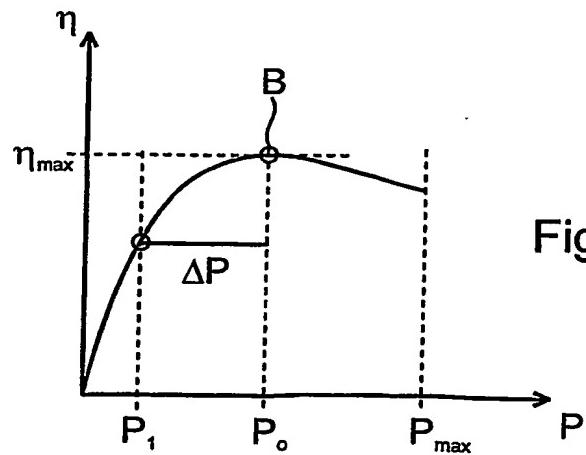


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

PCT/EP 03/04482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 B60K41/00 B60K6/04 B60L11/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 B60K B60L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 203 697 A (XCELLSIS GMBH) 8 May 2002 (2002-05-08) the whole document -----	1-4,6,7, 9,10
X,P	EP 1 286 405 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 26 February 2003 (2003-02-26) paragraphs '0060!-'0069!; figures 1-15 & WO 01 089015 A (TOYOTA) 22 November 2001 (2001-11-22) -----	1-5,8-11
X	EP 1 055 545 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 29 November 2000 (2000-11-29) paragraphs '0309!-'0316!; figures 1-70 -----	1-5,8-11
X	EP 1 055 545 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 29 November 2000 (2000-11-29) paragraphs '0309!-'0316!; figures 1-70 -----	1-5,9-11

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

3 July 2003

11/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vogt-Schilb, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on parent family members

Int'l Application No

PCT/EP 03/04482

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1203697	A 08-05-2002	DE EP US	10054007 A1 1203697 A2 2002056580 A1	06-06-2002 08-05-2002 16-05-2002
EP 1286405	A 26-02-2003	JP EP WO US	2001325976 A 1286405 A1 0189015 A1 2003106726 A1	22-11-2001 26-02-2003 22-11-2001 12-06-2003
EP 1055545	A 29-11-2000	JP JP JP EP	2001069610 A 2001190007 A 2001224105 A 1055545 A2	16-03-2001 10-07-2001 17-08-2001 29-11-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/03/04482

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSSTANDES
IPK 7 B60K41/00 B60K6/04 B60L11/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60K B60L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 203 697 A (XCELLSIS GMBH) 8. Mai 2002 (2002-05-08) das ganze Dokument ---	1-4, 6, 7, 9, 10
X, P	EP 1 286 405 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 26. Februar 2003 (2003-02-26) Absätze '0060!-'0069!; Abbildungen 1-15 & WO 01 089015 A (TOYOTA) 22. November 2001 (2001-11-22) ---	1-5, 8-11
X	EP 1 055 545 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 29. November 2000 (2000-11-29) Absätze '0309!-'0316!; Abbildungen 1-70 ---	1-5, 8-11
X		1-5, 9-11

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

3. Juli 2003

11/07/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Vogt-Schilb, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inte als Aktenzeichen

PCT/EP 03/04482

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1203697	A	08-05-2002	DE 10054007 A1 EP 1203697 A2 US 2002056580 A1		06-06-2002 08-05-2002 16-05-2002
EP 1286405	A	26-02-2003	JP 2001325976 A EP 1286405 A1 WO 0189015 A1 US 2003106726 A1		22-11-2001 26-02-2003 22-11-2001 12-06-2003
EP 1055545	A	29-11-2000	JP 2001069610 A JP 2001190007 A JP 2001224105 A EP 1055545 A2		16-03-2001 10-07-2001 17-08-2001 29-11-2000